

A raison de l'insertion des muscles, les mouvements du cartilage aryténoïde ne se font pas directement, mais bien par une espèce de mouvement de bascule dont le centre est dans l'articulation. Dans ce mouvement de bascule, qui est oblique, le sommet du cartilage aryténoïde est porté tantôt en dehors et en arrière, tantôt en dedans et en avant. Ces mouvements de bascule doivent être étudiés avec d'autant plus de soin qu'ils sont la clef des changements qui se passent dans la glotte pendant la phonation et la respiration.

SECTION IX.

Usages des articulations de l'oreille.

§ I. — *Articulations de l'oreille externe.*

Disons d'abord que le cartilage du pavillon de l'oreille est uni au temporal par des ligaments, l'un antérieur, l'autre postérieur, qui, tout en assurant une position déterminée au pavillon, lui permettent cependant quelques mouvements très prononcés chez certains animaux. Des ligaments intrinsèques unissent encore les diverses parties de ce cartilage du pavillon et en assurent la forme, ce qui nous porte à conclure que les mouvements en sont très bornés.

Le cartilage qui concourt à former la charpente du conduit auditif externe est remarquable par la présence de deux solutions de continuité qui sont comblées par du tissu fibreux, de sorte qu'il y a là deux ményngoses analogues à celles de la trachée, et permettent par conséquent des mouvements d'écartement.

§ II. — *Articulations des osselets de l'ouïe.*

La chaîne que représentent les osselets de l'ouïe est unie à ses deux extrémités avec des membranes. En dehors, le marteau est uni à la membrane du tympan par des liens fibreux qui représentent une ményngose très serrée, de sorte que là il n'y a pas de mobilité.

Le ligament qui unit la base de l'étrier au pourtour de la fenêtre ovale est moins serré et de nature élastique. Aussi ici les mouvements sont un peu plus étendus.

Quant aux osselets, ils sont articulés d'après divers types et jouissent par conséquent d'une mobilité inégale.

L'articulation du marteau avec l'enclume appartient aux trochléoses, et jouit surtout des mouvements de flexion et d'extension.

L'articulation de l'enclume avec l'os lenticulaire et celle de l'os lenticulaire avec l'étrier sont des arthroses. Nous n'aurons donc ici qu'à tenir compte des mouvements de glissement.

Qu'il nous suffise de mentionner les articulations des cartilages et des os du nez entre eux. Elles appartiennent toutes aux ményngoses.

CHAPITRE III.

USAGES DES MUSCLES.

Définition. — Un muscle est un organe composé de tissu contractile ou musculaire en grande partie, et de divers autres tissus, tels que les cellulaires, fibreux, vasculaires, nerveux.

Cet organe, ainsi constitué, a pour usage de faire exécuter des mouvements ou de concourir à des actes qui vont faire actuellement l'objet de notre étude.

La routine a voulu que l'on traite des usages des muscles à propos d'anatomie. Cette manière de procéder a certainement son bon côté, puisque l'on a alors sous les yeux les insertions de ces organes, et qu'on s'explique ainsi plus facilement leur manière d'agir. Mais y a-t-il là une raison suffisante pour que la physiologie abdique ses droits? Nous ne le croyons point, et au risque de passer pour vouloir innover, nous nous imposons le devoir de traiter ici spécialement une question qui est, en définitive, du ressort de la physiologie plutôt que de l'anatomie.

Cette méthode nous permettra de mettre en relief quelques travaux récents qui ont une importance réelle. S'il est juste de reconnaître que depuis Sigfried Albinus, nous avons des connaissances assez avancées sur les usages des muscles; il faut reconnaître aussi qu'il restait quelques points obscurs, quelques opinions à réfuter.

Dans ces dernières années, M. le docteur Duchenne de Boulogne (1), en perfectionnant les procédés d'électrisation musculaire par induction créés par M. Masson, et en se livrant à des recherches spéciales sur le sujet qui nous occupe, a imprimé à la science une impulsion nouvelle qui a déjà donné quelques résultats vraiment remarquables.

Des leviers. — Pour bien comprendre comment un muscle peut remplir ses usages, il est bon de rappeler quelques principes de mécanique dont la démonstration se trouve dans les livres de physique

(1) *De l'électrisation localisée*, etc. Paris, 1855.

et que nous n'avons pas besoin de reproduire. Les muscles s'insèrent sur des os qui représentent des leviers. Or, ces leviers sont de trois genres, et il est important d'être bien familiarisé avec leur signification, parce que les leviers que les muscles mettent en mouvement les représentent tous.

Dans le levier du premier genre, le point d'appui est entre la résistance et la puissance, c'est ce que nous appelons le *levier intermobile*.

Le levier du deuxième genre est celui dans lequel la résistance est entre la puissance et le point d'appui; c'est le levier *inter-résistant*.

Le levier du troisième genre est celui dans lequel la puissance est placée entre la résistance et le point d'appui; c'est le levier *interpuissant*.

Le levier intermobile est le plus favorable pour l'équilibre et celui que l'on rencontre le plus fréquemment dans l'organisme; le levier inter-résistant est le plus favorable pour vaincre une résistance. Quant au levier interpuissant, il favorise le plus la rapidité et l'étendue des mouvements.

DES DÉCHETS MUSCULAIRES.

L'effet de la contraction d'un muscle ne correspond jamais à son intensité, diverses causes amoindrissent cette action, M. le professeur Gerdy a donné de ces causes un tableau très exact que nous allons reproduire.

1^{re} CAUSE. — *C'est la double action des muscles, ou la traction qu'exercent à la fois les fibres charnues sur leurs deux extrémités.* — Lorsqu'une fibre se contracte, elle tend à rapprocher en même temps ses deux extrémités du milieu de sa longueur, et si ces deux extrémités étaient également mobiles, elles se rapprocheraient ainsi l'une vers l'autre. Aussi, par suite de la double insertion des muscles et de la fixité de l'une de leurs insertions, la puissance perd la moitié de son effort, mais elle gagne le double d'étendue dans le mouvement qu'elle imprime à la résistance.

2^e CAUSE. — *Elle est due à l'obliquité des fibres musculaires sur leur tendon.* — Il est inutile de rapporter ici la démonstration de Borelli. Pour constater cette cause, qui est très fréquente dans les muscles, Borelli a calculé que les angles faisant les déchets musculaires proportionnels à leurs sinus, il en résulte que ces déchets suivront, suivant l'obliquité des fibres, le rapport qui a été calculé par ce mathématicien, pour plusieurs degrés d'inclinaison; qu'ainsi, pour un angle de 8 degrés, la force perdra 1/100; pour 14 de-

grés, 3/100, et pour 45 degrés, 29/100. Il faut donc admettre que la perte sera tantôt une faible fraction, tantôt un quart, tantôt la moitié, ou même davantage, de la force réelle. Il faut encore remarquer ici que ce que la puissance aura perdu en énergie, elle le regagnera en vitesse ou en étendue dans le mouvement imprimé à la résistance.

3^e CAUSE. — *Obliquité des tendons sur les os.* — En effet, les tendons sont d'ordinaire insérés très obliquement sur les os qu'ils meuvent. On s'explique cette cause de déchet par les mêmes lois que la précédente cause; mais il faut observer que l'application s'en fait d'une manière inverse, puisque les fibres charnues meuvent les tendons parallèlement à la longueur de ceux-ci, et que les tendons meuvent en général les os perpendiculairement à la longueur de ces os. Il est évident que si un tendon qui doit mouvoir l'un sur l'autre deux os ajoutés bout à bout, comme le fémur et le tibia, était parfaitement parallèle aux deux os et suivant leur axe, il ne produirait point de mouvement, parce que tout son effort serait employé à appliquer l'une contre l'autre les extrémités des deux os dans leur articulation; que si, au contraire, le tendon s'unissait perpendiculairement sur les os à mouvoir, il ne perdrait aucune partie de son énergie, puisqu'il agirait dans le sens même du mouvement qui doit être produit.

Or, rarement dans le tronc, jamais dans les membres, les tendons ne présentent une disposition aussi favorable que la seconde, jamais aussi défavorable que la première; mais presque toujours ils se fixent plus ou moins obliquement sur les os à mouvoir. Il suit de là qu'ils peuvent les mouvoir, mais avec beaucoup moins d'énergie qu'ils ne l'auraient fait sans cette obliquité, parce que leur action se décompose en une action qui les applique à l'os supérieur avec lesquels ils s'articulent, et en une autre action qui les tire perpendiculairement à leur longueur. Par suite de cette obliquité d'insertion du tendon, la perte est la suivante: pour un angle de 45 degrés, elle est de 29/100; si l'angle est plus aigu, cette perte est encore plus grande.

4^e CAUSE. — *Inégalité de longueur des bras de levier.* — On sait que l'énergie des forces est proportionnelle à la longueur de leurs bras de levier. Or, presque toujours, dans l'économie, les leviers sont tellement disposés que la longueur proportionnelle de leurs bras est au profit de la résistance. De là résultent de grands déchets musculaires, mais aussi une grande étendue dans les mouvements.

Si maintenant on calcule toutes les causes de déchets musculaires que nous venons d'examiner, on verra que la force employée

est à la force efficace comme 44 : 1 ; d'où il suit que l'effort total du muscle, pour soulever 50 livres dans une position donnée, est d'au moins 1640 livres.

Il nous reste à examiner d'autres genres de déchets qui sont moins généraux.

5^e CAUSE. — *Passage des muscles devant plusieurs articulations.*

— Borelli a démontré : 1^o que si un levier flexible en plusieurs points de sa longueur par des articulations, comme le bras, par exemple, et qui se trouve chargé d'un poids à son extrémité, est soutenu et maintenu droit par autant de puissances qu'il a de parties ou de fractions, chaque puissance, pour maintenir la division à laquelle elle s'attache droite et parfaitement continue avec la direction de la division précédente dont l'extrémité lui sert d'appui, est obligée de déployer une force efficace égale à celle de la résistance ; 2^o que dans ce cas, la force absolue ou totale de chaque puissance est à sa force efficace comme la distance du point d'appui, ou du centre de mouvement de l'articulation à la direction de la résistance, est à la moitié de la distance du même point d'appui à la direction de la puissance. Nous disons la moitié de cette distance, parce que la puissance, le muscle enfin, agissant par ses deux extrémités, perd ainsi la moitié de son effort.

Or, c'est le cas que présente le bras lorsqu'il est étendu horizontalement, et dans la supination, et qu'il soutient ainsi un poids attaché à l'extrémité des doigts. En effet, les divers muscles qui agissent dans cet effort, soit qu'ils passent au-devant d'une seule articulation, soit qu'ils passent devant plusieurs, sont obligés d'agir pour chacune comme ils agiraient pour une seule, et de déployer, par conséquent, tous ensemble, un effort immense. Aussi Borelli a-t-il trouvé que pour un poids de 9 livres $\frac{1}{2}$, les muscles déploient un effort égal à 4990 livres. M. Gerdy fait remarquer avec raison que Borelli n'a pas tenu compte de la résistance des ligaments articulaires.

6^e CAUSE. — *Relâchement des muscles par l'inflexion des articulations.* — Cette cause a été admise par Borelli et niée par Haller. Mais si l'on peut se convaincre par l'expérience, comme l'a fait Borelli, que, par exemple, quand le coude et le poignet sont fortement fléchis, les doigts ne peuvent plus se fléchir qu'avec très peu d'énergie, il est vrai aussi que, dans ce cas, les muscles antagonistes s'y opposent par une résistance à la distension qui est toute mécanique ; et cette résistance suffirait peut-être pour lutter seule contre l'effort des muscles fléchisseurs, lors même que ces muscles ne se trouveraient pas dans le relâchement, par la flexion simultanée de plusieurs articulations ; néanmoins, M. Gerdy persiste à

croire le raccourcissement mécanique des muscles comme défavorable à leur action.

7^e CAUSE. — *Contraction volontaire des antagonistes.* — Lorsque nous plions volontairement les doigts sans fléchir le poignet, les muscles extenseurs de cette dernière articulation se contractent, et c'est contre eux que se trouve perdue une partie de l'effort des fléchisseurs des doigts. Cette opposition se remarque surtout lorsque nous fermons les doigts avec force, et même si le poignet n'était étendu, la contraction des fléchisseurs des doigts perdrait de son énergie par leur relâchement. Les extenseurs, tout en neutralisant une partie de l'effort des premiers, sont, pour ainsi dire, des coopérateurs de leur action. Dans ce cas, du reste, les déchets sont les mêmes que ceux qui sont produits par la cinquième cause du déchet.

Dispositions favorables à l'action musculaire produite par le mouvement des os. — Les os changent de position dans les mouvements, les tendons changent de rapports avec eux, et il en résulte de grandes différences dans leur action. Il faut aussi y ajouter les dispositions qui, comme l'existence des os sésamoïdes ou de certains points de réflexion, diminuent l'obliquité des muscles sur les os. Ces dispositions sont, il est vrai, peu nombreuses et peu prononcées. (Voy. Gerdy, *Physiol. méd.*, t. I, 2^e partie, 1832.)

Classification des muscles au point de vue de leurs usages.

D'une manière générale, on peut dire que les muscles ont pour usage principal de faire exécuter des mouvements aux divers os qui forment les articulations, et nous savons que celles-ci servent à produire des mouvements de flexion, d'extension, d'adduction, d'abduction, de circumduction et de rotation.

Rien de plus naturel que de trouver des muscles destinés à produire ces divers ordres de mouvements dont nous avons déterminé la signification (voyez p. 206). Cette première classe, formée par des muscles qu'on pourrait appeler *articulaires*, comprend :

1^o *Des muscles fléchisseurs.* Ces muscles, très nombreux, sont surtout en rapport avec les articulations en forme de poulie, mais on les rencontre aussi en rapport avec les énarthroses, les condyliennes ; ils sont, en général, plus forts, plus puissants que les extenseurs ; aussi, instinctivement, dans le sommeil, la position fléchie des divers segments du squelette est celle qui repose le mieux ces organes. Est-il besoin de rappeler comme exemple les muscles fléchisseurs, superficiel et sublime des doigts ? Le long et le court fléchisseurs des orteils, etc., etc.

Dans certains cas, on n'envisage plus le mouvement en lui-même, mais le résultat produit, et alors le muscle n'est plus appelé *fléchisseur*, mais *élevateur*, tels sont les muscles masséters, temporaux, etc.

2° *Muscles extenseurs*. Ces muscles sont aussi nombreux que les fléchisseurs, mais moins forts. Ils sont les *antagonistes* des précédents, et ils ont pour usage de produire des mouvements en sens inverse; tels sont les extenseurs des doigts, des orteils, de la tête, etc., etc.

Quelquefois ils reçoivent des noms spéciaux; ainsi, à l'articulation de la mâchoire inférieure, ils reçoivent le nom d'*abaisseurs*; tels sont les muscles de la région sus-hyoïdienne.

3° *Muscles adducteurs*. Ces muscles ont pour usage de produire dans une articulation un changement de rapport tel, qu'une partie du squelette se rapproche de l'axe du corps ou de l'axe d'un membre. Ici, nous avons encore des groupes nombreux, et nous en trouvons dans presque toutes les articulations, mais principalement dans les énarthroses et dans les amphixoses. Les adducteurs du pouce, quelques interosseux, le grand pectoral, le petit pectoral, le grand dorsal, remplissent des usages relatifs à l'adduction. Quelquefois on appelle *opposants* les muscles qui servent à ce mouvement, exemple: l'opposant du pouce.

4° *Muscles abducteurs*. Aussi nombreux que les précédents, dont ils sont antagonistes, ils produisent un mouvement en sens opposés, tels sont les abducteurs du pouce, les abducteurs du pied, etc. Les faisceaux moyens du deltoïde, du grand fessier, etc., etc.

5° *Muscles rotateurs*. On les trouve au voisinage des articulations trochoïdiennes, ils sont encore nombreux. Tels sont les muscles du cou, les muscles de l'avant-bras; mais on le voit aussi autour des énarthroses. Nous ferons remarquer que la rotation n'est jamais exécutée par un seul muscle; aussi, on trouve des muscles qui ont pour usage de produire le mouvement dans un sens, ce sont les *pronateurs*, et d'autres, antagonistes, dans un sens opposé, ce sont les *supinateurs*.

La circumduction étant un mouvement encore plus complexe que la rotation, il devient évident qu'il ne pouvait pas y avoir de muscles spécialement circumducteurs, lorsque déjà il n'y avait pas de rotateurs directs; aussi la circumduction est-elle le résultat de la contraction successive de divers groupes de muscles.

Il existe une deuxième classe de muscles qui ont des usages, non plus en rapport avec les articulations, mais avec des orifices, des conduits, et sous ce rapport, on peut établir encore divers genres:

1° *Muscles dilatateurs*. Ces muscles existent au niveau des orifices naturels, tels que l'œil, le nez, la bouche, la glotte, l'anus. Citons l'élevateur de la paupière supérieure, les grand et petit zygomatiques, le crico-aryténoïdien postérieur, etc., etc.

2° *Muscles constricteurs*. Ce sont les antagonistes des précédents, et ils existent dans les mêmes régions. Les muscles constricteurs du pharynx, les orbiculaires de l'œil, des lèvres, les sphincters, etc., sont des muscles qui exercent une constriction.

3° *Muscles tenseurs*. Un groupe de muscles assez naturel est celui qui a pour usage de tendre certaines parties, certaines membranes. Il se rapproche beaucoup du précédent: il comprend les tenseurs des cordes vocales, le thyro-aryténoïdien, le crico-thyroïdien, le tenseur du fascia lata, etc.

Je dois surtout signaler à l'attention des physiologistes une série de muscles tenseurs qui jusqu'ici n'ont pas été envisagés d'une manière générale. Je veux parler des muscles tenseurs des membranes synoviales. Déjà Winslow avait bien indiqué un muscle tenseur de la synoviale du genou, mais on avait négligé ce détail, et quelques livres d'anatomie n'en faisaient pas même mention. Ce fait, cependant, m'avait toujours frappé, et dès 1847, j'avais dirigé mes recherches dans le but de reconnaître tous les points de l'économie où l'on trouve une disposition semblable à celle du genou. J'arrivai bientôt à pouvoir formuler cette loi: que partout où il y a une synoviale non revêtue par des fibres aponévrotiques, cette synoviale donne insertion à des fibres musculaires. Aussi, j'avais préparé un travail, que je n'ai pas encore publié, dans lequel je montrais l'existence de divers muscles tenseurs des synoviales. J'ai constaté un muscle tenseur de la synoviale qui existe entre les apophyses articulaires de l'atlas et de l'axis. La synoviale de l'articulation temporo-maxillaire, celle de l'épaule, celle du coude en arrière, celle du radius et du cubitus, celle du genou surtout où il y en a quelquefois deux, celle du pied, sont pourvues de muscles tenseurs.

Mais ce n'est point tout. On sait qu'il y a des bourses séreuses partout où se passe un frottement; dans ce cas encore, il y a des fibres musculaires qui viennent tendre la poche. La synoviale qui existe entre le tendon du biceps et la tubérosité bicipitale en est un exemple frappant. Ainsi, dans un cas, j'ai constaté qu'un faisceau musculaire bien distinct, animé par un nerf spécial, partait du bras en dedans du long supinateur et venait s'insérer par un tendon bien prononcé sur le cul-de-sac supérieur de cette synoviale.

Une troisième classe est celle qui renferme les muscles ayant un usage relatif aux fonctions organiques; ce sont :

1° Les *muscles inspireurs*. Tous ces muscles se trouvent au tronc, principalement sur les parties latérales. Au cou, au ventre, à la poitrine. Est-il nécessaire de citer les intercostaux, les surcostaux, le diaphragme, les scalènes, etc.?

2° *Muscles expirateurs*. Antagonistes des précédents et moins nombreux qu'eux, ils se rencontrent dans les mêmes régions; citons seulement le triangulaire du sternum, le grand oblique de l'abdomen.

3° *Muscles expulseurs*. Ces muscles, en général membraneux, revêtent des conduits ou des réservoirs; quelquefois ils reçoivent un nom spécial: tel est le muscle bulbo-caverneux qui est appelé, peut-être à tort, *accélérateur* de l'urine.

Une quatrième classe comprend les muscles qui ont une action toute particulière et en rapport avec les fonctions de relation. Tels sont les muscles *buccinateur* et *risorius* de Santorini, etc.

Encore une remarque avant d'aborder les usages de chaque muscle en particulier. Une action, l'adduction, par exemple, n'est jamais produite par un seul muscle. Dans toute action il y a toujours un muscle principal qui l'exécute autour duquel se placent ses coadjuteurs. Voici un exemple: la flexion de l'avant-bras est produite par le biceps, mais le brachial antérieur, le long supinateur lui aident ou au besoin le remplacent. On appelle *congénères* les muscles qui concourent à produire la même action.

Cette loi pourrait être appelée la loi de *diffusion*, et elle montre combien la nature a été prévoyante; car le but qu'elle s'est proposé est plus facilement atteint, et si l'un des organes vient à être supprimé, l'usage reste encore plus ou moins intact. Cette loi de diffusion ne se trouve pas seulement dans les muscles, mais nous la verrons se représenter encore à nous dans les glandes salivaires et dans les diverses parties de l'axe céphalo-rachidien, et le physiologiste qui expérimente ne doit jamais cesser d'en tenir compte si l'on veut arriver à des vérités inébranlables.

M. Duchenne de Boulogne a démontré récemment que si l'électricité avait le pouvoir d'exciter la contraction d'un muscle, elle ne faisait pas également pour tous. Il a démontré aussi que dans quelques cas de paralysie musculaire, alors que la volonté n'avait plus d'influence sur le muscle, l'excitant électrique avait encore une action marquée et en provoquait la contraction. Ce fait vient à l'appui de l'opinion que nous avons émise sur la nature de la contractilité, à sa-

voir qu'elle est indépendante du nerf et qu'elle est inhérente à la fibre musculaire.

SECTION I.

Usages des muscles épiciériens.

Les muscles occipital, frontal et pyramidal ont des usages relatifs à la tension soit de la peau, soit des aponévroses. Voyons quelle est la part de chacun.

Occipital. — Ce muscle prend ses insertions fixes à la ligne courbe supérieure de l'occipital et se divise: 1° en portion épiciérienne, 2° en portion auriculaire.

Par sa première division, il a pour usage de porter le cuir chevelu en arrière et de tendre l'aponévrose épiciérienne qui, ainsi soutenue, sert de point fixe au frontal dont l'action devient plus énergique. Par sa portion auriculaire, il a pour usage de porter en arrière le pavillon de l'oreille.

Les *peauciers sous-occipitaux*, dépendant de l'occipital, concourent au même but que les fibres auriculaires en s'insérant spécialement à la peau de la partie postérieure du pavillon.

Frontal. — Si le muscle se contracte isolément, il tend l'aponévrose épiciérienne et porte le cuir chevelu en avant, en même temps qu'il élève de bas en haut la peau de la région frontale.

Quand il se trouve fixé en haut par l'occipital contracté, il a pour usage de porter en haut la peau du front, les sourcils, les paupières et l'espace intersourcilier.

Suivant l'intensité de sa contraction, il aura pour usage d'exprimer des passions différentes. A un léger degré de contraction, il épanouit les traits; à un degré plus prononcé, il exprime le doute, l'étonnement; dans son plus haut degré de contraction, et concurremment avec d'autres muscles, il exprime l'effroi, la colère, l'indignation, etc.

Dans tous ces cas, il sillonne plus ou moins le front de plis transversaux, et, suivant M. Duchenne de Boulogne, il attire quelquefois en avant le cuir chevelu, sans redresser les cheveux.

La perte de tonicité de ce muscle fait disparaître les rides du front et occasionne l'abaissement du sourcil.

Pyramidal. — Ce muscle distinct, antagoniste du précédent, détermine le plissement transversal des téguments compris entre les deux sourcils, et tandis que le frontal produit des plis qui se